

HUBUNGAN ANTARA KOGNITIF VISUAL DENGAN PENCAPAIAN LUKISAN KEJURUTERAAN DI KALANGAN PELAJAR SEKOLAH MENENGAH TEKNIK

Muhammad Sukri Saud, ¹Lee Ming Foong
Fakulti Pendidikan, Universiti Teknologi Malaysia,
81310 UTM, Skudai, Johor Darul Ta'zim, Malaysia.
p-sukri@utm.my
¹mingfoonglee@gmail.com

ABSTRAK

Lukisan Kejuruteraan merupakan subjek asas kepada kursus-kursus dalam bidang kejuruteraan. Sehubungan dengan itu, seseorang pelajar perlu melengkapkan diri dengan konsep asas Lukisan Kejuruteraan kerana ianya dapat memudahkan pelajar mengikuti pembelajaran yang lebih kompleks dalam matapelajaran kejuruteraan lain kerana pembelajaran LK dapat membantu pelajar untuk memahami konsep-konsep dalam teori dan amali kejuruteraan. Namun, untuk menguasai konsep Lukisan Kejuruteraan dengan berkesan, seseorang pelajar harus menguasai kemahiran visualisasi dengan baik. Banyak hasil kajian turut melaporkan bahawa pelajar sering menghadapi kesukaran dalam penyelesaian masalah LK akibat lemah dalam visualisasi. Wiley (1990) telah mengemukakan satu hierarki pembelajaran visual. Hierarki Pembelajaran Visual Wiley terdiri daripada tiga peringkat dan setiap peringkat terdapat tahap-tahap tertentu yang perlu dilalui oleh seseorang individu sebelum mencapai tahap kematangan visual. Peringkat pertama hierarki pembelajaran visual dikenali sebagai Kognitif Visual. Kognitif Visual adalah proses untuk memahami, mengingat, membentuk dan menyunting maklumat visual secara mental. Terdapat tiga tahap dalam peringkat pertama ini iaitu Persepsi Visual, Memori Visual dan Visualisasi. Kertas kerja ini membincangkan tahap kognitif visual pelajar di sekolah menengah teknik dan juga hubungannya dengan pencapaian Lukisan Kejuruteraan pelajar. Sampel kajian terdiri daripada 350 orang pelajar tingkatan empat dari sembilan buah sekolah menengah teknik di negeri Johor. Hasil dapatan kajian menunjukkan bahawa majoriti pelajar mempunyai tahap persepsi visual yang sederhana, tahap memori visual yang tinggi dan tahap visualisasi yang rendah. Hasil dapatan kajian turut menunjukkan bahawa wujudnya hubungan yang signifikan antara kognitif visual dengan pencapaian Lukisan Kejuruteraan pelajar. Oleh sebab itu, tahap kognitif visual pelajar perlu diberikan penekanan dalam proses pengajaran dan pembelajaran Lukisan Kejuruteraan supaya mereka dapat mencapai keputusan yang cemerlang.

PENGENALAN

Visualisasi merupakan asas untuk memahami dunia ini; dan ia memainkan peranan penting dalam perkembangan sains serta bidang kesenian (Brisson, 1993). Pelukis, saintis dan juga pakar bidang lain menitikberatkan aspek visualisasi dari sudut yang berlainan untuk mendalami pemahaman mereka terhadap kebenaran alam sekitar ini (Brisson, 1993). Secara ringkasnya, visualisasi merujuk kepada keupayaan minda melihat sesebuah objek atau simbol dan berfikir dalam dua atau tiga dimensi dalam minda seseorang individu (Widard & Lee, 2004).

Kajian-kajian lepas mendapati bahawa visualisasi bukan sahaja kritikal untuk bidang kejuruteraan tetapi mereka telah mengenalpasti lebih 80 bidang kerjaya lain yang memerlukan kemahiran visualisasi untuk berjaya (Baartmans & Sorby, 1996; Bertoline, 2003; Domik, 1993). Bidang sains seperti kimia, perubatan, matematik, kejuruteraan, perniagaan, komputer sains, psikologi, seni, arkitek, teknologi dan sebagainya (Pribyl & Bodner, 1987; Domik, 1993; Bagni, 1998; Wanzel *et al.*, 2002; Robichaux, 2004) memerlukan penggunaan grafik untuk memudahkan kefahaman konsep bidang-bidang tersebut. Kebanyakan ilmu pengetahuan dan pengalaman yang kita pelajari adalah melalui grafik kerana ianya merupakan satu bidang pengetahuan unik yang seharusnya dipelajari, dipraktik dan ditentusahkan secara saintifik (Bertoline, 2003). Grafik juga merupakan sumber maklumat yang amat berkesan kerana segala bentuk mesej yang diterima oleh manusia melalui

penglihatan mereka dapat diterima secara terperinci dan mempunyai daya ketahanan serta daya ingatan yang tinggi. Ia juga memberi maksud penggunaan visual untuk menerangkan konsep-konsep yang tidak dapat diterangkan oleh teks dan untuk menambahkan daya tarikan (Jayasree, 2003).

Rentetan dengan itu, visualisasi mulai mendapat perhatian daripada pakar kejuruteraan khususnya dalam Lukisan Kejuruteraan (LK) selaras dengan kemajuan LK dengan penggunaan komputer (Strong A& Smith, 2001). Malahan terdapat pakar bidang sains dan matematik mengaplikasikan teknik pengajaran LK dalam pengajaran dan pembelajaran bidang berkenaan untuk mempertingkatkan kemahiran visualisasi pelajar. Ini disebabkan LK memberi maksud komunikasi secara grafik, di mana ianya merangkumi peraturan teknikal dan kemahiran visualisasi yang dipercayai berupaya untuk membantu peningkatan kemahiran visualisasi pelajar dalam mata pelajaran sains dan matematik (Baartmans & Sorby, 1996; Sorby, 2003; dan Olkun, 2003). Malah pada masa ini, kejuruteraan adalah bidang yang mempunyai interdisiplin yang luas. Perubahan teknologi yang pantas menyebabkan jurutera dari pelbagai jurusan terpaksa bekerjasama dengan pakar dalam bidang lain seperti perniagaan, biologi, perubatan dan ekonomi (Berkeley Engineering, 2004). Maka tidak hairanlah apabila bahasa grafik menjadi bahasa perantaraan di kalangan pakar dari pelbagai bidang sehingga mewujudkan keperluan yang mesti untuk mempelajari LK.

Menurut Hatta (2001), pelajar perlu mengaplikasikan segala kefahaman dan pengetahuan yang dipelajari kepada bentuk lukisan atau geometri dalam matapelajaran LK. Seterusnya beliau menekankan bahawa pelajar dapat menyelesaikan masalah dalam LK dengan sokongan penggunaan visualisasi. Pandangan ini selaras dengan Santos *et al.*, (1998) dan juga Kuang *et al.*, (2004) yang mengatakan bahawa kebanyakan pelajar menghadapi kesukaran untuk mengaplikasikan konsep dan teori untuk menyelesaikan masalah LK akibat kelemahan dalam kemahiran visualisasi. Jayasree (2003) juga mengatakan bahawa kebolehan visualisasi merupakan satu kemahiran kognitif yang penting dalam bidang kejuruteraan terutamanya dalam LK kerana LK memerlukan keupayaan minda seseorang individu melihat sesebuah objek atau simbol dan berfikir dalam dua atau tiga dimensi. Pendapat ini disokong oleh beberapa kajian yang telah dijalankan oleh Wiley (1990), Bertoline (2003), Baartmans dan Sorby (2003) yang menunjukkan bahawa kejayaan seseorang individu dalam LK bergantung kepada kebolehan visualisasi individu tersebut, malah individu tersebut akan menghadapi kesukaran untuk menyelesaikan masalah LK sekiranya kebolehan visualisasi mereka lemah.

Memandangkan keupayaan visualisasi semakin diutamakan pada masa kini khususnya dalam bidang kejuruteraan, maka adalah menjadi satu tanggungjawab pendidik untuk mengenalpasti kepentingan keupayaan visualisasi dan memberi perhatian yang lebih dalam pembentukan keupayaan ini di kalangan pelajar dengan harapan dapat menyediakan pelajar yang bersiap sedia memasuki alam pekerjaan pada masa kelak nanti (Silverman, 2002).

KOGNITIF VISUAL

Wiley (1990) telah mengemukakan satu paradigma pembelajaran visual. Hierarki paradigma ini hampir serupa dengan Objektif Taksonomi Pembelajaran Bloom dan Hierarki Keperluan Asas Manusia Maslow. Hierarki Pembelajaran Visual Wiley terdiri daripada tiga peringkat dan setiap peringkat terdapat tahap-tahap tertentu yang perlu dilalui oleh seseorang individu sebelum mencapai tahap kematangan visual. Walau bagaimanapun, dalam kajian ini, hanya peringkat pertama hierarki pembelajaran akan dikaji. Peringkat pertama hierarki pembelajaran visual dikenali sebagai Kognisi Visual. Kognisi Visual adalah proses untuk memahami, mengingat, membentuk dan menyunting maklumat visual secara mental. Terdapat tiga tahap dalam peringkat pertama ini iaitu Persepsi Visual, Memori Visual dan Visualisasi. Persepsi visual merupakan kebolehan untuk memahami secara mental maklumat visual; memori visual pula merupakan kebolehan untuk menyimpan maklumat secara mental dan memanggil semula; manakala visualisasi adalah kebolehan untuk membentuk dan menyunting maklumat visual.

PERNYATAAN MASALAH KAJIAN

Visualisasi adalah manipulasi mental terhadap objek dan bahagian-bahagian objek tersebut dalam dua dimensi dan tiga dimensi (Olkun, 2003). Sejak 1980an, pendidikan menghubungkan dengan visualisasi telah menjadi perkara penting dalam semua bidang yang menggunakan teknik saintifik (termasuk perubatan, sains, perniagaan, kejuruteraan, sains komputer dan geosains) untuk mendapat pemahaman yang lebih mendalam tentang data mereka (Domik, 1993). Kajian-kajian lepas juga menunjukkan bahawa visualisasi sangat penting bagi Lukisan Kejuruteraan kerana dalam banyak pekerjaan teknikal, berkomunikasi secara grafik adalah satu kemestian dan LK merupakan asas penguasaan teknik berkomunikasi dalam bentuk grafik. Banyak kajian turut menunjukkan bahawa pelajar sering menghadapi masalah dalam Lukisan Kejuruteraan kerana kelemahan membentuk visualisasi yang baik (Widad & Lee, 2004). Sehubungan dengan itu, kajian ini bertujuan untuk mengkaji tahap kognitif visual pelajar dari aspek persepsi visual, memori visual dan visualisasi serta mendapatkan hubungan antara tahap pencapaian pelajar dalam LK dengan tahap kognitif visual pelajar.

METODOLOGI KAJIAN

Kajian ini merupakan satu kajian diskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Kaedah kajian yang digunakan adalah kaedah tinjauan kerana kaedah ini dapat merangkumi skop kajian yang luas (Wiersma, 2000). Instrumen kajian terdiri daripada tiga set soal selidik dan satu set ujian Lukisan Kejuruteraan. Ketiga-tiga set soal selidik berkenaan bertujuan untuk mendapatkan tahap kognitif visual pelajar dari segi memori visual, persepsi visual dan visualisasi manakala ujian Lukisan Kejuruteraan pula bertujuan untuk mendapatkan pencapaian pelajar dalam LK. Data kajian dianalisis dan kemudian dipersembahkan dalam bentuk kekerapan, peratusan, tab-silang dan Jadual Khi Kuasa Dua. Sampel kajian ini melibatkan 350 orang pelajar tingkatan empat dari sembilan buah sekolah menengah teknik (SMT) di Johor yang menawarkan mata pelajaran LK. Sampel kajian dipilih dengan menggunakan kaedah persampelan rawak kluster manakala saiz sampel ditentukan dengan merujuk kepada Jadual Krejcie & Morgan (1970).

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN KAJIAN

Hasil analisis terhadap tahap pencapaian persepsi visual pelajar ditunjukkan dalam Jadual 1 hingga Jadual 3. Dapatan kajian menunjukkan 56% responden (196 orang) berada pada tahap persepsi visual yang sederhana, 23.7% responden (83 orang) berada pada tahap persepsi visual yang tinggi, dan 20.3% responden (71 orang) berada pada tahap persepsi visual yang rendah (rujuk Jadual 1). Dalam kajian ini, persepsi visual yang diuji terdiri daripada kemahiran menganalisis hubungan objek sekitar dengan konsep LK, serta penguasaan hierarki persepsi dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D). Kebanyakan responden berada pada tahap penguasaan kemahiran menganalisis hubungan objek sekitar dengan konsep LK yang rendah, iaitu sebanyak 70.6% responden (247 orang) berbanding dengan 15.1% responden (53 orang) yang berada pada tahap penguasaan tinggi (rujuk Jadual 2). Jadual 3 pula menunjukkan penguasaan hierarki persepsi dua dimensi (2D) dan tiga dimensi (3D) pelajar. Hasil kajian menunjukkan kebanyakan pelajar dapat menguasai hierarki persepsi yang tinggi, iaitu sebanyak 86.8% responden (304 orang) berada pada tahap ini berbanding dengan mereka yang dapat menguasai hierarki persepsi yang rendah, iaitu hanya 4.6% responden (16 orang) sahaja berada pada tahap ini. Ini menunjukkan para pelajar tidak menghadapi sebarang masalah dalam persepsi visual dari segi hierarki dua dimensi atau tiga dimensi. Masalah yang dihadapi oleh pelajar adalah tidak dapat menghubungkan objek di persekitaran mereka dengan konsep LK.

Tahap pencapaian memori visual pelajar adalah seperti yang dipersembahkan pada Jadual 4. Jadual tersebut menunjukkan majoriti responden berada pada tahap memori visual yang tinggi, iaitu sebanyak 62.8% responden (220 orang). Kumpulan minoriti responden berada pada tahap memori visual yang rendah, iaitu hanya 12.6% responden (44 orang) sahaja. Manakala, pola tahap pencapaian visualisasi pelajar adalah seperti yang ditunjukkan pada Jadual 5. Dapatan kajian mendapati bahawa majoriti responden berada pada tahap visualisasi yang rendah, iaitu sebanyak 48.6% (170 orang). Manakala sebanyak 45.4% (159 orang) responden berada pada tahap visualisasi sederhana. Hanya segelintir daripada mereka jatuh pada tahap visualisasi yang tinggi, iaitu sebanyak 6% dengan bilangan responden seramai 21 orang. Sebagai rumusannya, tahap kognitif visual yang dimiliki oleh

para pelajar dalam turutan menurun ialah tahap memori visual, tahap persepsi visual dan tahap visualisasi.

Jadual 1: Tahap Pencapaian Persepsi Visual Pelajar

Persepsi Visual	Kekerapan	Peratus(%)	Tahap
Rendah	71	20.3	Sederhana
Sederhana	196	56.0	
Tinggi	83	23.7	
Jumlah	350	100.0	

Jadual 2: Kemahiran Menghubungkan Objek Sekitar Dengan Konsep LK Yang dikuasai Oleh Pelajar

Kemahiran Menghubungkan	Kekerapan	Peratus(%)	Tahap
Rendah	247	70.6	Rendah
Sederhana	50	14.3	
Tinggi	53	15.1	
Jumlah	350	100.0	

Jadual 3: Hierarki Persepsi Dua Dimensi (2D) Dan Tiga Dimensi (3D) Yang dikuasai Oleh Pelajar

Hierarki Persepsi	Kekerapan	Peratus(%)	Tahap
Rendah	16	4.6	Tinggi
Sederhana	30	8.6	
Tinggi	304	86.8	
Jumlah	350	100.0	

Jadual 4: Tahap Pencapaian Memori Visual Pelajar

Memori Visual	Kekerapan	Peratus(%)	Tahap
Rendah	44	12.6	Tinggi
Sederhana	86	24.6	
Tinggi	220	62.8	
Jumlah	350	100.0	

Jadual 5: Tahap Pencapaian Visualisasi Pelajar

Visualisasi	Kekerapan	Peratus(%)	Tahap
Rendah	170	48.6	Rendah
Sederhana	159	45.4	
Tinggi	21	6.0	
Jumlah	350	100.0	

Dari Jadual 6, jelas menunjukkan bahawa mereka yang mencapai tahap lemah dan sangat lemah adalah sebanyak 26.9%, iaitu seramai 94 orang. Mereka yang mencapai tahap cemerlang hanya 4.6% dengan bilangan responden seramai 16 orang. Markah minimum yang dicapai oleh responden ialah 24.25% manakala markah maksimum ialah 87.75% (rujuk

Jadual 7). Dari hasil analisis ini, nyatanya bahawa kebanyakan pelajar tidak dapat menguasai LK dengan baik. Walaupun tahap pencapaian keseluruhan mereka adalah baik, tetapi purata markah hanya 52.5 dengan gred 6C sahaja.

Jadual 6: Analisis Purata Pencapaian Pelajar Secara Keseluruhan Dalam LK Mengikut Sistem Pemarkahan Pensijilan Terbuka (1998)

Tahap Pencapaian	Kekerapan (f)	Peratus (%)
1 (Cemerlang)	16	4.6
2 (Baik)	27	7.7
3 (Baik)	213	60.8
4 (Lemah)	44	12.6
5 (Sangat Lemah)	50	14.3
Jumlah	350	100.0

Jadual 7: Analisis Diskriptif Pencapaian Pelajar Dalam LK

	Minimum	Maksimum	Min	Sisihan Piawai
Markah (100%)	24.25	87.75	52.50	10.61

Berdasarkan Jadual 8, didapati majoriti responden adalah berada pada tahap persepsi visual yang sederhana dengan tahap pencapaian yang baik, iaitu seramai 121 orang pelajar. Manakala minoriti responden terdapat tiga kumpulan, iaitu mereka yang berada pada tahap persepsi visual rendah dan tinggi dengan tahap pencapaian cemerlang, serta tahap persepsi tinggi dengan tahap pencapaian lemah, iaitu masing-masing seramai 2 orang pelajar. Dari Jadual 9 pula, hasil analisis ujian Khi Kuasa Dua menunjukkan nilai 50.03 pada aras signifikan .000, iaitu nilai α yang lebih kecil daripada aras keertian yang digunakan dalam analisis ini ($\alpha=.05$). Ini bermakna terdapat hubungan yang signifikan antara tahap pencapaian pelajar dengan tahap persepsi visual.

Jadual 8: Hubungan Antara Tahap Pencapaian Pelajar Dengan Tahap Persepsi Visual

Tahap Kognitif Visual		Tahap Pencapaian Pelajar (f)					
		1	2	3	4	5	Jumlah
Tahap Persepsi Visual	Rendah	2	0	30	17	22	71
	Sederhana	12	16	121	25	22	196
	Tinggi	2	11	62	2	6	83
	Jumlah	16	27	213	44	50	350

Jadual 9: Analisis Ujian Khi Kuasa Dua bagi Tahap Pencapaian Pelajar dengan Tahap Persepsi Visual

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	50.030	8	.000
Likelihood Ratio	54.520	8	.000
Linear-by-Linear Association	26.821	1	.000
N of Valid Cases	350		

Dari Jadual 10, didapati majoriti responden adalah berada pada tahap memori visual yang tinggi dengan tahap pencapaian yang baik, iaitu seramai 160 orang pelajar. Manakala minoriti responden terdapat dua kumpulan, iaitu mereka yang berada pada tahap pencapaian cemerlang dengan tahap memori visual rendah dan sederhana, iaitu masing-masing seramai

1 orang pelajar. Dari Jadual 11 pula, hasil analisis ujian Khi Kuasa Dua menunjukkan nilai 161.431 pada aras signifikan .000, iaitu nilai α yang lebih kecil daripada aras keertian yang digunakan dalam analisis ini ($\alpha=.05$). Ini bermakna terdapat hubungan yang signifikan antara tahap pencapaian pelajar dengan tahap persepsi visual.

Jadual 10: Hubungan Antara Tahap Pencapaian Pelajar Dengan Tahap Memori Visual

Tahap Kognitif Visual		Tahap Pencapaian Pelajar (f)					
		1	2	3	4	5	Jumlah
Tahap Memori Visual	Rendah	0	1	9	5	29	44
	Sederhana	1	2	44	26	13	86
	Tinggi	15	24	160	13	8	220
	Jumlah	16	27	213	44	50	350

Jadual 11: Analisis Ujian Khi Kuasa Dua bagi Tahap Pencapaian Pelajar dengan Tahap Memori Visual

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	161.431	8	.000
Likelihood Ratio	134.023	8	.000
Linear-by-Linear Association	106.488	1	.000
N of Valid Cases	350		

Jadual 12 pula menunjukkan bahawa majoriti responden adalah berada pada tahap visualisasi yang rendah dengan tahap pencapaian yang baik, iaitu seramai 106 orang pelajar. Manakala minoriti responden merupakan mereka yang berada pada tahap pencapaian baik dengan tahap visualisasi tinggi, iaitu seramai 2 orang pelajar. Dari Jadual 13 pula, hasil analisis ujian Khi Kuasa Dua menunjukkan nilai 309.287 pada aras signifikan .000, iaitu nilai α yang lebih kecil daripada aras keertian yang digunakan dalam analisis ini ($\alpha=.05$). Ini bermakna terdapat hubungan yang signifikan antara tahap pencapaian pelajar dengan tahap persepsi visual.

Jadual 12: Hubungan Antara Tahap Pencapaian Pelajar Dengan Tahap Visualisasi

Tahap Kognitif Visual		Tahap Pencapaian Pelajar (f)					
		1	2	3	4	5	Jumlah
Tahap Visualisasi	Rendah	0	0	106	24	40	170
	Sederhana	0	24	105	20	10	159
	Tinggi	16	3	2	0	0	21
	Jumlah	16	27	213	44	50	350

Jadual 13: Analisis Ujian Khi Kuasa Dua bagi Tahap Pencapaian Pelajar dengan Tahap Visualisasi

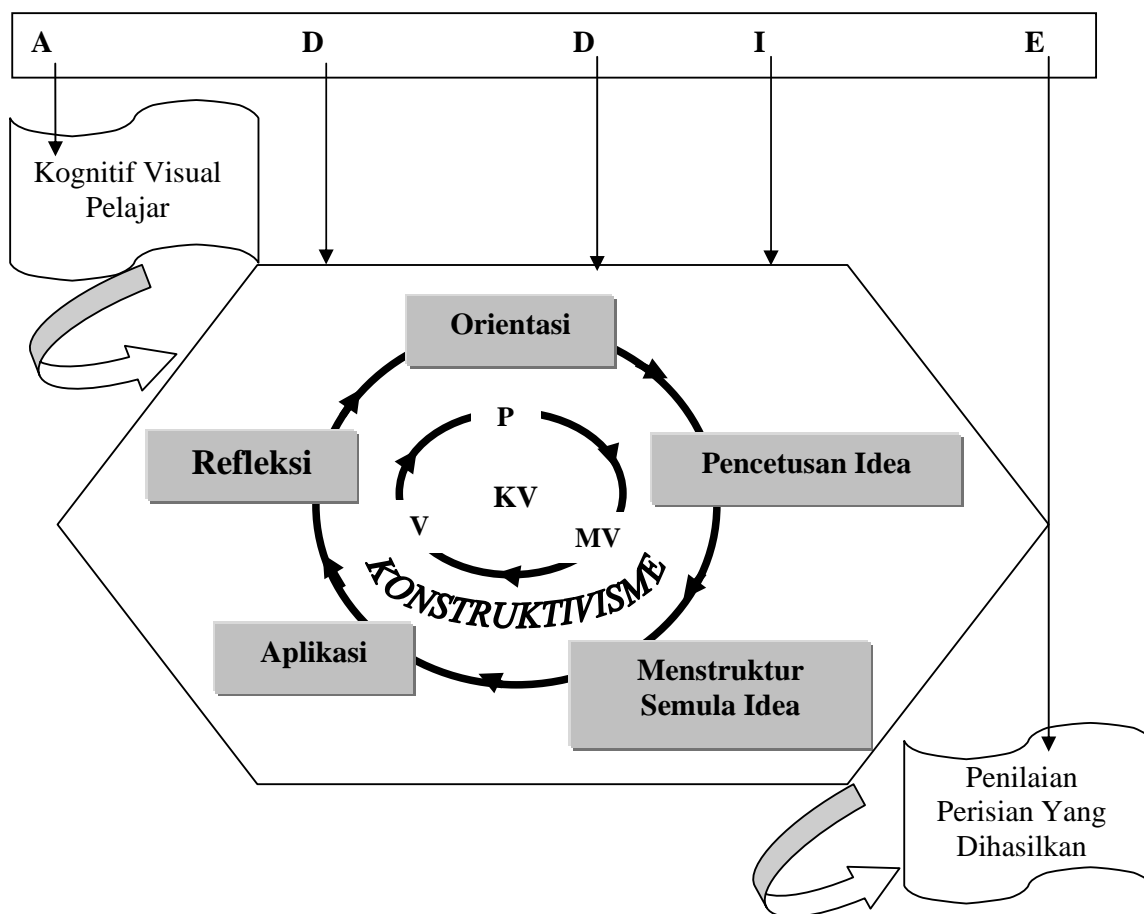
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
Pearson Chi-Square	309.287	8	.000
Likelihood Ratio	169.933	8	.000
Linear-by-Linear Association	91.995	1	.000
N of Valid Cases	350		

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KAJIAN

Hasil analisis menunjukkan pelajar memiliki tahap kognitif visual yang tinggi dalam aspek persepsi visual dan memori visual, tetapi lemah dalam aspek visualisasi. Selain itu, dapatan

kajian turut melaporkan bahawa wujudnya hubungan yang signifikan antara ketiga-tiga aspek kognitif visual dengan pencapaian LK pelajar. Sebagai kesimpulannya, semakin seseorang pelajar mencapai tahap kognitif visual yang tinggi, semakin mudah bagi individu tersebut untuk menguasai sesuatu pengetahuan yang baru khasnya perkara-perkara yang berkaitan dengan visual memandangkan literasi visual telah menjadi salah satu kemahiran penting dalam era digital yang juga digelar sebagai zaman literasi. Dapatan kajian ini turut membuktikan bahawa tahap kognitif visual mempengaruhi pencapaian pelajar dalam LK memandangkan mata pelajaran ini melibatkan penggunaan grafik yang banyak. Oleh itu, para pendidik perlu menekankan aspek kognitif visual dalam pengajaran dan pembelajaran LK. Selain itu, para pendidik turut boleh menerapkan pendekatan pembelajaran yang menekankan kognitif visual dalam proses pengajaran dan pembelajaran Lukisan kejuruteraan supaya matlamat pendidikan dapat dicapai.

Daripada hasil dapatan kajian ini, satu kerangka konsep dicadangkan untuk tujuan pembangunan perisian pengajaran dan pembelajaran Lukisan Kejuruteraan yang menerapkan unsur visualisasi (Rajah 1).



Petunjuk:

KV = Kognitif Visual; PV = Persepsi Visual; MV = Memori Visual; V = Visualisasi; A = Analisis; D = Merekabentuk; D = Membangun; I = Implikasi; E = Menilai

Rajah 1: Kerangka Konsep Pembangunan Perisian LK

RUJUKAN

- Baartmans, B. dan Sorby, S. (2003). *Introduction To 3D Spatial Visualization: An Active Approach*. USA: Thomson Delmar Learning.
- Bagni, G.T. (1998). Visualization and Didactics of Mathematics in High School: An Experimental Research. *Scientia Paedagogica Experimentlis XXXV*. 1. 168-180.

- Berkeley Engineering. (2004). *Why Engineering*. Dicapai pada 7 Jan 2004 dari http://www.coe.berkeley.edu/prospective_students/why_eng.html.
- Bertoline, G.R., Wiebe, E. N., Miller, C. dan Mohler, J. L. (1997). *Technical Graphics Communications*. (2nd ed.) New York: McGraw hill.
- Brisson, H. E. (1993). Visualization In Art and Science. dlm Emmer, M. ed. *The Visual mind: Art and Mathematics*. London: The MIT Press. 39-44.
- Domik, G.O. (1993). Guidelines for A Curriculum in Scientific Visualization. *Computers and Graphics*. **17(2)**. 185-191.
- Hatta Ismail. (2001). *Kefahaman Instrumental Dan Kefahaman Relasional Pelajaran Dalam Topik Lukisan Orthigrafik Dan Pandangan Keratan*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Sarjana.
- Krejcie, R.V. dan Morgan, D.W. (1970). Determining Sample Size For Research Activities. *Educational and Psychological Measurement*. **30**. 607-610.
- Kuang, Jun –Shang Hu. dan Thomas, W. C. (2004). A Multimedia-based Approach to Teaching Engineering Drawing. *Proceeding of The Second Teaching and Learning Symposium Hong Kong*. 17 Mei 2004. Hong Kong: Senate Committee on Teaching and Learning Quality, dan Center For Enhanced Learning and Teaching, HKUST.
- Olkun, S. (2003). Making Connections: Improving Spatial Abilities with Engineering Activities [Electronic version]. *International Journal of Mathematics Teaching and Learning*. Dicapai pada 17 Dis 2004, dari www.ex.ac.uk/cimt/ijmtl/ijabout.htm.
- Pribyl, J.R. dan Bodner, G.M. (1987). Spatial Ability and Its Role in Organic Chemistry: A Study of Four Organic Courses. *Journal of Research in Science Teaching*. **24**. 229-240.
- Robichaux, R. R. (2004). Predictors of Spatial Visualization: Structural Equations Modeling Test of Background Variables [Electronic version]. *Journal of Integrative Psychology*. Dicapai pada 26 Ogos 2004, dari http://www.integrativepsychology.org/articles/vol2_article3.htm
- Santos, E. D., Yee, Cheng L., dan Petreche, J. R. D. (1998) An On-line Interactive Tutorial on Projective Geometry. *Proceeding of 8th International Conference On Engineering Computer Graphics and Descriptive Geometry*. 31 July – 3 August 1998. USA:ICECGDG.
- Sorby, S.A. (2003). *Introduction to 3D Spatial Visualization : An Active Approach*. Thomson/Delmar Learning: Clifton Park, N.Y.
- Strong, S. dan Smith, R. (2002). Spatial Visualization: Fundamentals and Trends in Engineering Graphics. *Journal of Industrial Technology*. **18(1)**. 1-6.
- Wanzel, K. R., Hamstra, S. J., Anastakis, D. J., Matsumoto, E.D., dan Cusimano, M.D. (2002) Effect of Visual-Spatial Ability on Learning of Spatially-Complex Surgical Skills. *Lancet*. **359**. 230-231.
- Widad Othman dan Lee, Ming Foong. (2004). Pembelajaran Lukisan Kejuruteraan Berteraskan Visualisasi: Keupayaan Pelajar Dalam Penyelesaian Masalah. *Proceeding of National Conference on Graduate Research in Education: Penyelidikan berkualiti Tunjang Kecemerlangan Pendidikan*. 11 September 2004. Selangor: Fakulti Pengajian Pendidikan, Universiti Putra Malaysia.
- Wiersma, W. (2000). *Research Methods In Education: An Introduction*. 7th ed. Boston: Allyn & Bacon.
- Wiley, S.E. (1990a) An Hierarchy of Visual Learning. *Engineering Design Graphics Journal*. **54**. 30-35.